Aus dem Institut für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
der Ruhr-Universität Bochum am St. Elisabeth-
Hospital (Leiter: Prof. Dr. H. Hildmann)

Beschreibung der ton- und sprachaudiometrischen Befunde eines Kollektivs lärmschwerhöriger Gutachtenpatienten

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin

einer

Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruhr-Universität zu Bochum

vorgelegt von
Ulrich Walenz
aus Cloppenburg
1981

1982

Aus dem Institut für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
der Ruhr-Universität Bochum am St. Elisabeth-
Hospital (Leiter: Prof. Dr. H. Hildmann)

Beschreibung der ton- und sprachaudiometrischen Befunde eines Kollektivs lärmschwerhöriger Gutachtenpatienten

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin

einer

Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruhr-Universität zu Bochum

vorgelegt von
Ulrich Walenz
aus Cloppenburg
1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547222_0036

Dekan:	Prof. Dr. H. Viefhues
Referent:	Prof. Dr. H. Hildmann
Korreferent:	Prof. Dr. P. Plath

Tag der mündlichen Prüfung: 16. o6. 82

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Meinen Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet.

Inhaltsverzeichnis Seite

1. Einleitung 1
1.1 Fragestellung 1
1.2 Zur Ätiologie der Lärmschwerhörigkeit 2
1.3 Versicherungsrechtliche Bedeutung der Lärmschwerhörigkeit 3
1.4 Die Begutachtung der Lärmschwerhörigkeit 4
1.5 Diagnose und Differentialdiagnose der Lärmschwerhörigkeit mit audiometrischen Methoden 6
1.5.1 Tonschwellenaudiometrie 7
1.5.2 Überschwellige Prüfmethoden 8
1.5.3 Sprachaudiometrie 11
1.5.4 Hörweitenprüfung 15
1.6 Alterseinfluß auf die Lärmschwerhörigkeit 15

2. Material und Methode
2.1 Beschreibung des Patientenkollektivs 17
2.2 Untersuchungsgang 18
2.3 Dokumentation und EDV 19

3. Ergebnisse 21
3.1 Vergleich zwischen li. und re. Ohr 22
3.2 Reintonaudiometrie 24
3.2.1 Luftleitung 24
3.2.2 Knochenleitung 26
3.2.3 Vergleich zwischen Luft- und Knochenleitung 3o
3.3 Sprachaudiometrie 3o
3.3.1 Hörverlust für Zahlen (HFz) 3o
3.3.2 Optimale Intensität (OI) 32

Seite

3.3.3 Diskriminationsverlust (DV) 33
3.3.4 Diskriminationsvermögen unterhalb der Optimalen Intensität (OI) 35

4. Diskussion der Ergebnisse 37
4.1 Reintonaudiometrie 38
4.2 Sprachaudiometrie 41

5. Zusammenfassung 45

6. Literatur 47

1. Einleitung

1.1 Fragestellung

Eine ungestörte akustische Wahrnehmung gehört zu den Voraussetzungen, die dem Menschen eine volle Integration in seine Umwelt ermöglichen. Hören und davon abhängig das Erlernen und Verstehen von Sprache, ist für die Entwicklung der Intelligenz und der sozialen Fähigkeiten von großer Bedeutung. Erkennen, Therapie und - wo möglich - Prävention von Hörstörungen sind daher wichtige Aufgaben der Gesundheitsfürsorge.

Zu den vielfältigen, oft ungeklärten Ursachen von Schwerhörigkeiten kam mit zunehmender Industrialisierung eine weitere hinzu: Die Schädigung des Hörorgans durch Lärm.

Die Möglichkeiten, die Diagnose einer Lärmschwerhörigkeit zu sichern, waren mit den Stimmgabelversuchen nach RINNE und WEBER sowie der Prüfung der Verständlichkeit für Flüster- und Umgangssprache anfänglich noch sehr beschränkt. Mit Hilfe der ton- und sprachaudiometrischen Messungen sowie den zahlreichen "überschwelligen" Prüfmethoden gelingen heute genauere Aussagen über Ursache und Umfang einer Hörminderung.

Ziel dieser Arbeit ist es, an einem Kollektiv gutachterlich festgestellter Lärmschwerhöriger die Häufigkeit der als typisch geltenden ton- und sprachaudiometrischen Befunde zu untersuchen. Darüberhinaus soll versucht werden, weitere Beurteilungskriterien der Lärmschwerhörigkeit zu beschreiben. Die Auswertung der zugrundeliegenden audiometrischen Meßwerte erfolgt nach einem neuartigen Dokumentations- und Datenverarbeitungssystem.

1.2 Zur Ätiologie der Lärmschwerhörigkeit

Neben einer individuellen Lärmempfindlichkeit und evtl. bestehenden Vorschädigung des Ohres anderer Genese bestimmen verschiedene Charakteristika die Schädlichkeit des Lärms.

Lärm wirkt erst ab einer gewissen Schwelle, der "Kritischen Intensität", gehörschädigend. Unterhalb von 8o dB_A ist eine Lärmschädigung unwahrscheinlich, oberhalb von 13o dB_A führt die Lärmeinwirkung sofort zu völliger Ertaubung im Sinne eines akuten Lärmtraumas (FELDMANN, 1976). Die dazwischenliegenden Schallintensitäten lassen eine gewisse Proportionalität zu den auftretenden Hörschäden erkennen (DIEROFF, 1975). Mit versicherungsrechtlich relevanten Schädigungen ist nach heutigen Erkenntnissen ab einem Schallpegel von 85 dB_A zu rechnen (UVV Lärm, 1974).

Die hohen und mittleren Frequenzen des Lärms wirken stärker traumatisierend als die tiefen. Impulsgeräusche sind für das Ohr schädlicher als Breitbandgeräusche.

Grundsätzlich ist die Lärmschädigung umso größer, je höher die Schallintensität ist und je länger die Lärmexposition andauert. In diesem Zusammenhang teilt DIEROFF (1975) den zeitlichen Ablauf der Lärmschwerhörigkeit in die Phasen der Gewöhnung, der besten Kompensation, des Zusammenbruchs und der Sättigung nach etwa 15 Jahren ein. Viele Autoren (SCHWETZ, 1972, PARTSCH und HUELSE, 1974, und WELLESCHIK und RABER, 1978) bestreiten jedoch diesen phasenhaften Verlauf und stellten ein Fortschreiten des Hörschadens auch bei längeren Expositionszeiten fest. IRION und LEGLER (1975) fanden nach über 2ojähriger Expositionszeit bei Lärmarbeitern in einem Kraftwerk eine weitere Zunahme des Hörverlustes.

Es gilt heute als gesichert, daß der Lärmschwerhörigkeit eine Schädigung der äußeren Haarzellen des Corti-Organs zugrunde liegt. Während der Lärmarbeit entsteht eine Hypoxidose der Sinneszellen mit der Folge einer Stoffwechselerschöpfung der Atmungskette und einer Störung der ATP-verbrauchenden Prozesse. Der Mangel an Glucose und Sauerstoff führt zum Übergang auf die anaerobe Glykolyse und damit zu einer Übersäuerung des Milieus. Die Struktur der Kerne verändert sich und die Haarzellen degenerieren. Schließlich können auch die Stütz- und Pfeilerzellen zusammenbrechen, so daß das Corti-Organ mikroskopisch zuletzt nur noch aus einem flachen Zellhügel besteht (LEHNHARDT, 1972; NIEMEYER, 1977; BERG, 198o).

Funktioneller Ausdruck dieser Vorgänge ist eine Hörermüdung (TTS - temporary threshold shift) mit einer Senkenbildung im Tonschwellenaudiogramm, die sich nach ausreichender Erholung zurückbildet. Ist nach 16stündiger Lärmpause noch eine Schwellenverschiebung nachweisbar, spricht man von einer Hörerschöpfung, die bei fehlender Rückbildung in einen bleibenden Hörverlust (PTS - permanent threshold shift) übergeht (DIEROFF, 1975).

1.3 Versicherungsrechtliche Bedeutung der Lärmschwerhörigkeit

Seit 1925 sind die Berufskrankheiten (BK) in die gesetzliche Unfallversicherung einbezogen und somit unter bestimmten Bedingungen entschädigungspflichtig. In der 2. Berufskrankheitenverordnung (2. BKVO) vom 11. 2. 1929 wurde erstmals die durch Lärm verursachte Taubheit bzw. die an Taubheit grenzende Schwerhörigkeit in Metallbetrieben aufgeführt. Wohlgemerkt

geht es hier noch um Taubheit, die nach heutiger Auffassung sogar gegen eine Verursachung durch Lärm spricht (LEHNHARDT, 1965), und die Anerkennung als Berufskrankheit ist auf bestimmte Betriebe begrenzt. Mit der 6. BKVO vom 28. 4. 1961 und der 7. BKVO vom 2o. 6. 1964 wurden diese Beschränkungen weitgehend fallengelassen und der Begriff der "Lärmschwerhörigkeit" eingeführt.

Seitdem steigt die Zahl der gemeldeten und entschädigten Fälle steil an und die Lärmschwerhörigkeit ist an die Spitze der Berufskrankheiten gerückt. (Jahresbericht der gewerblichen BG, 1978).

Nach BERNHARDT und JEITER (1975) beliefen sich die Kosten einer zu entschädigenden Lärmschwerhörigkeit im Durchschnitt auf DM 142.ooo,--, wenn man die mittlere Rentenlast für eine Laufzeit von 25 Jahren und eine jährliche Rentenanpassung von 6 % zugrunde legt.

In Anbetracht der hohen Kosten für die Gesellschaft ist der Gesetzgeber bestrebt, zum einen die Zahl der durch Lärm gefährdeten Personen durch entsprechende staatliche und berufsgenossenschaftliche Bestimmungen (Arbeitsplatzlärmschutzrichtlinie, Lärmschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschrift Lärm) gering zu halten, zum anderen nur solche angezeigten Lärmschwerhörigkeiten zu entschädigen, die tatsächlich durch Arbeitslärm entstanden sind.

1.4 Die Begutachtung der Lärmschwerhörigkeit

Das Ausmaß der Entschädigung einer als Berufskrankheit anerkannten Lärmschwerhörigkeit hängt von der festgestellten Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) des Betroffenen ab. Diese wird auf Veranlassung der

zuständigen Berufsgenossenschaft oder eines anderen Versicherungsträgers anhand eines HNO-ärztlichen, wissenschaftlichen Gutachtens geschätzt.

Heutige Grundlage gutachterlicher Tätigkeit sind die "Empfehlungen der Hauptverbände der gewerblichen Berufsgenossenschaften über die Begutachtung der beruflichen Lärmschwerhörigkeit" - das sogenannte "Königsteiner Merkblatt" in der Form von Juli 1977.

Das Lärmschwerhörigkeitsgutachten soll zwei Fragen beantworten:

1) Quantität des Hörschadens?
2) Ist der Hörschaden durch berufliche Lärmeinwirkung verursacht?

Die erste Frage läßt sich meist mit Hilfe der audiometrischen Ergebnisse hinreichend objektiv beantworten. Anhand der Tabellen von ROESER und BOENNINGHAUS (1973) wird der prozentuale Hörverlust bestimmt, der nach der Tabelle von FELDMANN (1974) eine Abschätzung der MdE ermöglicht.

Die Zusammenhangsfrage von einem vorliegenden Hörschaden und seiner Entstehung durch Arbeitslärm ist oft nicht mit Sicherheit zu beweisen. Meist muß sich der Gutachter bezüglich Fragen der Dauer, der Höhe der Lärmexposition sowie evtl. bestehender Vorschäden des Gehörs auf die Angaben der Patienten beschränken. Diese sind bisweilen - aus verständlichen Gründen - durch Simulation und Aggravation verfälscht. Abhilfe bringen hier gesetzliche Vorschriften wie die Unfallverhütungsvorschrift Lärm, die den Betrieben Lärmmessungen am Arbeitsplatz, Schallschutz, Vorsorgeuntersuchungen und das Führen einer Gesundheitskartei auferlegen (VBG 121, 1974).

Neben den audiometrischen Kriterien (s. Kap. 1.5) gelten der Nachweis einer adäquaten Lärmexposition und das Entstehen der Schwerhörigkeit während der Lärmarbeit als Voraussetzungen für die Anerkennung als Berufskrankheit (FELDMANN, 1976). Hat die Lärmexposition nachweislich immer unter 85 dB_A gelegen, so ist eine Lärmschwerhörigkeit ausgeschlossen. Ebenso mag eine Lärmarbeit von 1 bis 2 Jahren Dauer zu einer zeitweisen Schwellenwanderung (TTS), Vertäubungsgefühl und Ohrensausen führen, verursacht im allgemeinen aber keine nicht rückbildungsfähige Innenohrschwerhörigkeit (BRUSIS, 1973).

Zeitliche Entwicklung der Schwerhörigkeit und Lärmexposition müssen übereinstimmen. Hat bereits vor der Lärmexposition eine Schwerhörigkeit vorgelegen, oder schreitet die Schwerhörigkeit nach Beendigung der Lärmarbeit stärker fort, so liegen lärmunabhängige Komponenten vor. Diese anderen Formen der Schwerhörigkeit können jedoch in einem durch den Gutachter zu bestimmenden Maß durch die Lärmexposition verschlimmert worden sein (FELDMANN, 1976). Auf die gutachterlichen Schwierigkeiten in diesem Zusammenhang und bei der Abgrenzung der Lärmschwerhörigkeit von gleichzeitig vorliegenden anderen Gehörerkrankungen weisen FELDMANN (1976) und PLATH (1978) hin.

1.5 Diagnose und Differentialdiagnose der Lärmschwerhörigkeit mit audiometrischen Methoden

Insbesondere die versicherungsrechtlichen Folgen sowie evtl. Rehabilitations-, Umschulungs- und Arbeitsplatzwechselmaßnahmen bedürfen zunächst einer Sicherung der Diagnose "Lärmschwerhörigkeit". Neben den in Kap. 1.3 beschriebenen Gesichtspunkten der Zusammenhangsfrage sind die auiometrischen Ergebnisse wichtig.

1.5.1 Tonschwellenaudiometrie

Eine beginnende Lärmschwerhörigkeit zeigt sich im Tonschwellenaudiogramm zuerst in einer umschriebenen Hochtonsenke. Das morphologisch-anatomische Korrelat ist eine Sinneszellendegeneration der basalen Cochleawindung am Übergang zur mittleren Schneckenwindung (PLATH, 1974; DIEROFF, 1975; NIEMEYER, 1977).

Das Maximum der Senke liegt meistens bei 4ooo Hz - c5-Senke - sie kann aber in Abhängigkeit von der Art des einwirkenden Lärms auch bei etwas tieferen oder höheren Frequenzen liegen. BRUSIS (1973) fand die Hochtonsenke am häufigsten bei 6ooo Hz. Bei Fortschreiten der Hörverluste wird die Senke zunächst tiefer und breiter. Schließlich gehen die Hörverluste auch auf die mittleren und tiefen Frequenzen über, so daß Steilabfälle und Schrägverläufe möglich sind. Das Vorliegen einer Senke spricht daher für einen lärmbedingten Hörschaden, ihr Fehlen schließt einen solchen jedoch nicht aus (LEHNHARDT, 1978).

Flachverläufe im Tonschwellenaudiogramm sind hingegen typisch für akute Lärmtraumata und akute Hörstürze. PLATH (1974) weist darauf hin, daß die c5-Senke jedoch auch bei akuten Schalltraumen und bei Schädeltraumen auftreten kann.

Nur bei extremer Seitendifferenz des Arbeitslärms oder ständigen Zwangshaltungen des Kopfes ist eine Asymmetrie der Tonschwellenkurven für das li. und re. Ohr zu erwarten. PLATH (1971) fand keine Differenz zwischen beiden Ohren. Im Gegensatz dazu berichtet BRUSIS (1973), wie vorher auch schon WARD und WATSON (1967), daß 16 % seines Untersuchungskollektivs asymmetrische Verläufe aufwiesen. Der

Einfluß einer angeborenen Lateralität des Gehörs, wie sie von BOEHME (1978) beschrieben wird, ist dabei schwer abzugrenzen.

Die tonaudiometrische Prüfung der Luft- und Knochenleitung erlaubt mit gewissen Einschränkungen die Abgrenzung der durch Lärm verursachten Innenohrschwerhörigkeit gegen Schalleitungsstörungen, aber auch gegen Schallempfindungsstörungen anderer Genese. Nur der basocochleäre Typ spricht für eine lärmbedingte Schwerhörigkeit, mediocochleäre Formen lassen an degenerative Hörstörungen sowie pancochleäre und apicocochleäre Formen an eine Menière-Krankheit denken (WITTGENS, 1978).

1.5.2 Überschwellige Prüfmethoden

Neben der Reintonaudiometrie mit den vorangehend beschriebenen Charakteristika bieten die überschwelligen Prüfmethoden eine zusätzliche, vorwiegend topographische Differenzierungsmöglichkeit der Schwerhörigkeitsform.

Mit ihnen prüft man zum einen die Dynamik, das Differenzierungsvermögen und das Adaptationsverhalten des geschädigten Ohres, zum anderen die Art und Lokalisation der Empfindungsstörung (NIEMEYER, 1977). Typisch für einen Haarzellschaden und somit für eine cochleäre Schädigung ist ein Lautheitsausgleich (Recruitment), der einer Veränderung der subjektiven Schallempfindung entspricht.

Für den Nachweis eines positiven Recruitments bei sonst typischen Befunden genügen zwei überschwellige Methoden (Königsteiner Merkblatt, 1977). Die nach

DIEROFF (1975) zuverlässigsten Ergebnisse scheint der SISI-Test (short increment sensitivity test) zu erbringen. Der FOWLER-Test ist bei der Diagnose der Lärmschwerhörigkeit typischerweise nicht zu verwenden, weil der Hörschaden zumeist symmetrisch ausgeprägt ist.

Im Gegensatz zum Innenohrschwerhörigen können Normalhörende, Mittelohrschwerhörige und vor allem auch Hörnervenschwerhörige kurze Lautstärkenerhöhungen von 1 dB nicht oder nur vereinzelt wahrnehmen. Beim SISI-Test werden dem Patienten zwanzig solcher Lautstärkenänderungen jeweils 2oo msec lang in Abständen von 5 Sekunden dargeboten. Gemessen wird üblicherweise bei zwei Frequenzen - meist bei 1ooo Hz und 4ooo Hz - mit 2o dB über der jeweiligen tonaudiometrischen Hörschwelle. Jede erkannte Lautheitsänderung wird mit 5 % gewertet, so daß maximal 1oo % erreicht werden können.

Hörstörungen mit Recruitment erreichen hohe SISI-Werte mit 7o - 1oo %, solche ohne Recruitment niedrige Werte. SISI-Werte zwischen 3o - 7o % erlauben keine sichere Aussage und müssen als Kombination von cochleärer und retrocochleärer Störung angesehen werden.

Nach PLATH (1974) findet man bei chronischer Lärmschwerhörigkeit regelmäßig bei 1ooo Hz einen niedrigen, bei 4ooo Hz hingegen einen hohen SISI-Wert. Dies erlaubt eine Abgrenzung gegen andere Formen cochleärer Hörstörungen, bei denen die SISI-Werte bei 1ooo Hz und 4ooo Hz nicht signifikant verschieden sind. BRUSIS (1978) weist darauf hin, daß neben dem positiven, dem negativen und dem indifferenten Ergebnis oft auch ein falsch negativer Befund vorkommt.

Als Gründe nennt er die pathologische Hörermüdung, die Nichteinhaltung der Versuchsanordnung, Konzentrationsschwäche, mangelnde Motivation und zu geringe oder zu große Hörverluste. Darauf weist auch WELLESCHIK (1978) hin und meint, daß ein Recriutment erst gemessen werden kann, wenn der Hörverlust der Prüffrequenz 4o dB oder die Prüfintensität mindestens 5o - 6o dB beträgt. Ein positiver SISI-Test ist daher beweisend für einen Haarzellenschaden, ein negativer schließt diesen aber nicht aus.

Eine weitere Möglichkeit des Recruitmentnachweises bietet die von LANGENBECK entwickelte Geräuschaudiometrie. Im Prinzip wird auch hier die Unterscheidungsschwelle zweier gleichzeitig gegebener Schallarten bestimmt. Der LANGENBECK-Test beruht darauf, daß bei einer cochleären Schwerhörigkeit Töne durch Geräusche weniger verdeckt werden als bei einer retrocochleären Hörstörung.

Die Grundlage der Untersuchung bildet ein vorliegendes Tonschwellenaudiogramm mit deutlicher Hochtonsenke. Werden nun Reinton und Geräusch gleichzeitig auf das jeweilige Ohr gegeben, so mündet beim positiven LANGENBECK-Test die "neue Hörschwelle" in die Tonschwellenkurve ein, die zuvor ohne Geräuschverdeckung festgestellt wurde. Dies spricht für eine cochleäre Schädigung mit vorhandenem Recruitment. Bei einer retrocochleären Schwerhörigkeit weicht die mit Geräusch gegebene Tonschwelle deutlich von der Reintonschwelle ab. Nach LEHNHARDT (1965) und BERNERT (1973) stimmen die Ergebnisse mit denen des SISI-Testes fast immer überein.

Ein weiteres Nachweisverfahren für ein evtl. vorhandenes Recruitment ist der LUESCHER-Test. Mit ihm

wird die Intensitätsunterschiedsschwelle bestimmt, die bei Ihnenohrschwerhörigen kleiner als 1 dB ist. Das "Königsteiner Merkblatt" nennt als weitere in Betracht kommende differentialdiagnostische Untersuchungen:

Bestimmung der Lautstärkenunterschiedsschwellen nach JERGER;
Bestimmung der Intensitätsbreite nach ZANGENMEISTER;
BEKESY-Audiogramm;
Stapedius-Reflex;
ERA (electrical response audiometry).

Keine der audiometrischen Untersuchungen allein kann die Frage, ob eine Lärmschwerhörigkeit vorliegt, beanworten. Trotz der Bedenken einiger Autoren, die bei mehreren zur erweiterten Diagnostik eingesetzten Verfahren nicht eindeutige oder widersprüchliche Ergebnisse erzielten (OEKEN, 1972; DIEROFF, 1975), gilt heute der Nachweis eines positiven Recruitments durch zwei überschwellige Methoden bei sonst typischen Befunden und vorhandener Lärmexposition als beweisend für eine Lärmschwerhörigkeit (FELDMANN, 1976).

1.5.3 Sprachaudiometrie

Während die Tonschwellenaudiometrie hauptsächlich Diagnose- und Überwachungsmöglichkeiten bietet, gibt die Sprachaudiometrie darüber Auskunft, wie groß die Einschränkung des "Sozialen Gehörs" des Betroffenen ist. Anhand der sprachaudiometrischen Befunde ist eine quantitative Bewertung des Hörverlustes möglich.

Eine audiometrische Hochtonsenke - und damit ein beginnender Hörschaden - entwickelt sich anfangs vom Betroffenen unbemerkt und wird meist erst bei einer

Routineuntersuchung entdeckt, da bei einem Hörverlust für hohe Frequenzen zunächst nur das Verständnis für Flüstersprache eingeschränkt ist. Sobald auch mittlere und tiefe Frequenzen betroffen sind, was sich tonaudiometrisch in einem beginnenden Schrägverlauf zeigt, ist das Verständnis für Umgangssprache eingeschränkt.

Bei den sprachaudiometrischen Tests wird dem Patienten monoaural standardisierte, auf Tonband oder Schallplatte konservierte Sprache vorgespielt. Als Testmaterial dient der von HAHLBROCK (1953) entwickelte Freiburger-Sprachverständnistest (DIN 45621). Bei bestimmten Fragestellungen verwendet man auch den Marburger-Satzverständnistest.

Der Freiburger-Sprachverständnistest besteht aus zwei Teilen:

a) Zahlentest mit 1o Gruppen von je 1o zwei- bis fünfsilbigen Zahlwörtern;
b) Einsilbertest mit 2o Gruppen zu je 2o leicht verwechselbaren Wörtern.

Mit dem Zahlentest wird der Hörverlust für Zahlen (HVz) ermittelt, der sich aus dem Sprachschallpegel - gemessen in dB - ergibt, bei dem der Patient 5o % der ihm vorgesprochenen Zahlen richtig versteht. Für durchschnittliche Normalhörende liegt dieser Schallpegel bei 18.5 dB, bei Schwerhörigen muß er entsprechend erhöht werden.

Der Einsilbertest dient der Bestimmung des prozentualen Wortverständnisses. Wichtige Parameter sind dabei die Optimale Intensität (OI), der Diskriminationsverlust (DV) sowie - für die Begutachtung - das Gesamtwortverstehen. Eine Diskrimination von 1oo %

liegt vor, wenn alle 2o Einsilber einer Gruppe richtig wiederholt werden. Der nicht oder nicht richtig verstandene Prozentsatz wird als Diskriminationsverlust bezeichnet.

Als Optimale Intensität (OI) bezeichnet man die niedrigste Verstärkungsstufe, bei der der Untersuchte eine Diskrimination von 95 % oder 1oo % erzielt.

Das Gesamtwortverstehen erhält man durch Addition der erreichten Diskriminations-Werte bei 6o, 8o und 1oo dB.

Der Hörverlust für Zahlen (HVz) und das Gesamtwortverstehen gehen in die Tabellen von ROESER und BOENNINGHAUS zur Bestimmung des prozentualen Hörverlustes ein.

Die Charakteristik der Zahlenkurve ist fast immer gleich, so daß sie keinen Rückschluß auf die Art der Schwerhörigkeit erlaubt. Mit kleinen Intensitätsänderungen von 1o bis 2o dB wird zumeist die Spanne von Nichtverstehen bis zu 1oo %igem Verstehen übersprungen, wodurch ein steiler Kurvenverlauf entsteht. Bei vermindertem Hörvermögen wird die Kurve zu höheren Intensitäten verschoben. Nach HAHLBROCK (197o) kann man mit Einschränkungen sagen, daß der Verlauf der Verständniskurve bei Schalleitungsgestörten etwas steiler, bei Schallempfindungsgestörten etwas flacher ist.

Das Zahlenverständnis ist bei Lärmschwerhörigen fast immer gut erhalten. Die Ursache dürfte in der großen Redundanz der Zahlwörter liegen, so daß schon bei Erkennen geringer Bruchstücke der Rest richtig erraten werden kann. Nach PLATH (1971) zeigt der Hörver-

lust für Zahlen damit an, welche Verstärkung gegenüber der Norm erforderlich ist, um ein Minimum an Diskrimination zu erzielen. Gute Korrelationen des HVz fand PLATH sowohl mit dem Verständnis für Umgangssprache als auch mit den tonaudiometrischen Hörverlusten in den Frequenzen von 5oo bis 2ooo Hz. Zu den gleichen Ergebnissen kam ROESER (1963) und entwickelte daraus ein Verfahren, mit dem aus der Tonschwellenkurve auf das Sprachgehör geschlossen werden kann.

Der Einsilbertest erlaubt etwas weitergehende Aussagen. Schalleitungsschwerhörige erreichen immer 1oo %ige Diskrimination bei ausreichender Verstärkung, wobei Intensitäten bis 12o dB nicht als schmerzhaft empfunden werden. Die Verschiebung der Einsilberkurve zu höheren Intensitäten entspricht dem Betrag der tonaudiometrischen Luft-Knochenleitungs-Differenz (LEHNHARDT, 1978). Bei Innenohrgeschädigten und bei kombinierten Schwerhörigkeiten wird ein optimales Sprachverständnis ebenfalls erst bei relativ hohen Intensitäten erreicht, jedoch werden diese hohen Lautstärken wegen der eingeschränkten Dynamikbreite als schmerzhaft empfunden. Wird der Diskriminationsverlust bei ansteigender Verstärkung wieder größer, spricht man von einem regressiven Kurvenverlauf.

Nach PLATH (1974) tritt bei chronischer Lärmschwerhörigkeit ein wesentlicher Diskriminationsverlust (DV) nur selten auf. In einer großen österreichischen Untersuchung fand SCHWETZ (1973) Diskriminationsverluste zwischen 3o und 4o % bei gut erhaltenem Zahlenverständnis. Nur in Einzelfällen überschritt der DV 5o %.

Nach LEHNHARDT (1978) scheinen zwischen dem Beginn des innenohrbedingten Hochtonabfalls und dem Ein-

silberverstehen bei 65 dB relativ feste Beziehungen zu bestehen, die nach seinem Vorschlag auch in die gutachterliche Bewertung der MdE - insbesondere bei der Lärmschwerhörigkeit - eingehen können. SCHWETZ (1978) weist auf die Abhängigkeit des Diskriminationsvermögens vom Hörverlust bei 1,5 KHz hin.

1.5.4 Hörweitenprüfung

Die Hörweitenprüfung für Flüster- und Umgangssprache hat ihre Bedeutung als Kontrolle und Ergänzung der sprachaudiometrischen Untersuchungen behalten. Stimmen die prozentualen Hörverluste aus Sprachaudiometrie und Hörweitenbestimmung überein, so ergibt dies einen relativ hohen Sicherheitsgrad. Bei beträchtlichen Divergenzen müssen beide Ergebnisse überprüft werden (WITTGENS, 1978).

Ist die Hördistanz für Umgangssprache nur wenig größer als die für Flüstersprache, so deutet dies auf eine Schalleitungsstörung hin. Wird hingegen Umgangssprache aus der mehrfachen Distanz für Flüstersprache verstanden, kann eine Schallempfindungsstörung vermutet werden (NIEMEYER, 1977).

Die Hörweitenbestimmung ist jedoch von einigen Fehlerquellen belastet und nur unzureichend reproduzierbar.

1.6 Alterseinfluß auf die Lärmschwerhörigkeit

Die Altersschwerhörigkeit (Presbyakusis) stellt für den Gutachter oft ein schwieriges Problem dar, weil sie differentialdiagnostisch als alleinige Ursache

oder als Mitwirkungsfaktor bei jeder festgestellten Hörstörung in Betracht zu ziehen ist (FELDMANN, 1976). Neben den bei der Lärmschwerhörigkeit festzustellenden Haarzellenschäden findet man bei der Presbyakusis meist gleichzeitig Degenerationen der Spiralganglien und anderer Stationen der Hörbahn (KOSSOWSKI, 1976; MANN, BECK, 1978).

Tonaudiometrisch findet man einen Abbau der oberen Hörgrenze mit Schräg- und Diagonalabfällen. Im Sprachtest hat der Lärmschwerhörige aufgrund eines zentralen, kompensatorischen Ausgleichseffekts ein besseres Diskriminationsvermögen als der Altersschwerhörige bei vergleichbaren tonaudiometrischen Hörverlusten (TYMNIK, KESSLER, TRAUTMANN, 1976). GOLEMANOV (1976) und FELDMANN (1978) wiesen im Gegensatz zu anderen Autoren Recruitmentäquivalente auch bei presbyakusischen Gehörveränderungen nach, so daß die audiologischen Kriterien oft nicht eindeutig sind.

Solange nicht eine ausgeprägte Voralterung vorliegt, die nach FELDMANN (1976) mit einem sehr flachen Kurvenverlauf des Tonaudiogramms, niedrigen SISI-Werten, einer Diskrepanz zwischen Satz- und Einsilberverständnis und erheblichen Ausfällen im dichotischen Diskriminationstest einhergeht, erfolgt bei der Begutachtung keine Alterskorrektur der MdE, solange die Patienten einer beruflichen Lärmeinwirkung ausgesetzt sind (Königsteiner Merkblatt, 1977). Die Untersuchungen von NIEMEYER (1972) bestätigen die Richtigkeit dieses Vorgehens.

2. Material und Methode

2.1 Beschreibung des Patientenkollektivs

Zur Auswertung kamen die audiometrischen Ergebnisse von 954 Personen, die in den Jahren 1976 bis 1978 an der Abteilung Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten des Klinikums der RWTH Aachen untersucht wurden. Zweck der Untersuchung war die Erst- bzw. Nachbegutachtung einer evtl. bestehenden Hörminderung aufgrund einer beruflichen Lärmexposition.

Die untersuchten Personen stammten überwiegend aus dem Aachener Raum. Unter ihnen waren sechs Frauen. Folgende Berufsgruppen waren vertreten:

Bergbau	495	=	51.9 %
Metallverarbeitung	181	=	19.o %
Textil	2o	=	2.1 %
Holz	15	=	1.6 %
Baugewerbe	5	=	o.5 %
Druck/Papier	3	=	o.3 %
übrige Berufe	1o5	=	11.o %
keine Angabe	13o	=	13.6 %

Tab. 1: Berufsgruppenverteilung der begutachteten Patienten.

Aus der Gesamtzahl von 954 Untersuchten wurden zunächst die Ergebnisse von 13o Personen ausgesondert, bei denen mit Sicherheit keine berufliche Lärmschwerhörigkeit vorlag.

Die audiometrischen Testergebnisse der verbleibenden Personen wurden von Hand auf Vollständigkeit geprüft, da ein Teil der Protokolle fehlende oder doppelte

Markierungen aufwies. Für die weitere Bearbeitung wurden nur vollständige und unmißverständliche Belege benutzt. Dies erklärt die unterschiedlichen Besetzungszahlen bei den einzelnen Abfragen.

Die noch mangelnde Standardisierung der Daten über Dauer und Höhe der individuellen Lärmexposition ließ eine direkte Auswertung über die EDV-Anlage nicht zu. Eine von Hand erstellte Tabelle zeigte jedoch, daß nur 1o % der Untersuchten weniger als 15 Jahre unter adäquaten Lärmbedingungen gearbeitet hatte, alle übrigen wiesen längere Expositionszeiten auf.

Eine Aufschlüsselung der Altersverteilung aller Untersuchten ergab, daß sechs Personen jünger als 3o Jahre und nur 1o Personen älter als 65 Jahre waren. Annähernd 98 % der begutachteten Patienten verteilten sich daher auf ein Altersintervall von 35 Jahren, das wir zur weiteren Untersuchung in drei Gruppen einteilten:

Altersgruppe I	unter 4o Jahre	($\bar{x}$ = 35 J.)
Altersgruppe II	41 - 5o Jahre	($\bar{x}$ = 46 J.)
Altersgruppe III	über 5o Jahre	($\bar{x}$ = 59 J.)

Diese Einteilung wurde bei allen Auswertungen beibehalten.

2.2 Untersuchungsgang

Entsprechend den Empfehlungen der Hauptverbände der gewerblichen Berufsgenossenschaften ("Königsteiner Merkblatt") erfolgte vor den ton- und sprachaudiometrischen Tests eine ausführliche Berufs- und Eigenanamnese, eine Inspektion der Ohren, eine Spiegeluntersuchung sowie die Stimmgabelprüfung nach RINNE und WEBER.

Sämtliche audiometrischen Untersuchungen wurden in den schallgeschützten Räumen der HNO-Abteilung der Kliniken der RWTH Aachen durchgeführt. Für die Tonschwellenaudiometrie und die überschwelligen Tests wurde ein BEOMAT-4ooo-Audiometer der Firma BEOTON verwendet. Die Sprachaudiometrie wurde mit dem Sprachaudiometerteil des PHILIPS-Audiometer HP 8743, einem PHILIPS-Tonbandgerät und einer Aufnahme des Freiburger-Sprachverständnistests nach DIN 45621 durchgeführt. Die Tonwiedergabe erfolgte über einen HOLMCO-Kopfhöhrer.

2.3 Dokumentation und EDV

Die Abb. 1 veranschaulicht die weitere Bearbeitung der Untersuchungsergebnisse.

Zur Dokumentation und elektronischen Datenverarbeitung wurden die Ergebnisse der ton- und sprachaudiometrischen Tests während der Untersuchung - getrennt für das li. und re. Ohr - auf OCR-Belege (optical character reading) der Firma CONTROL DATA übertragen (s. Abb. 1, Pos. 1). Diese Bögen wurden von Prof. PLATH und der Abteilung Dokumentation der RWTH Aachen entwickelt und können auf Wunsch im Original vom Verfasser angefordert werden. In der Abteilung für Dokumentation erfolgte die Eintragung der Patienten-Kenn-Nummer (Abb. 1, Pos. 2). Am Belegleser CDC 17oo wurden die OCR-Belege eingelesen (Pos. 3) und auf einem 9-Spur-Magnetband gespeichert (Pos. 4), so daß sie jederzeit abrufbar waren. Über ein Datensichtgerät wurden die gespeicherten Daten abgerufen und durch die Datenverarbeitungsanlage (DVA Cyber 175) bearbeitet:

Pos. 5 a) über die Patienten-Kenn-Nummer Zugriff zur Verwaltungsdatei; es werden Name, Vorname, Geburtsdatum, evtl. Aufnahme- und Entlassungstag abgefragt, die nachher auf dem Protokollausdruck erscheinen.

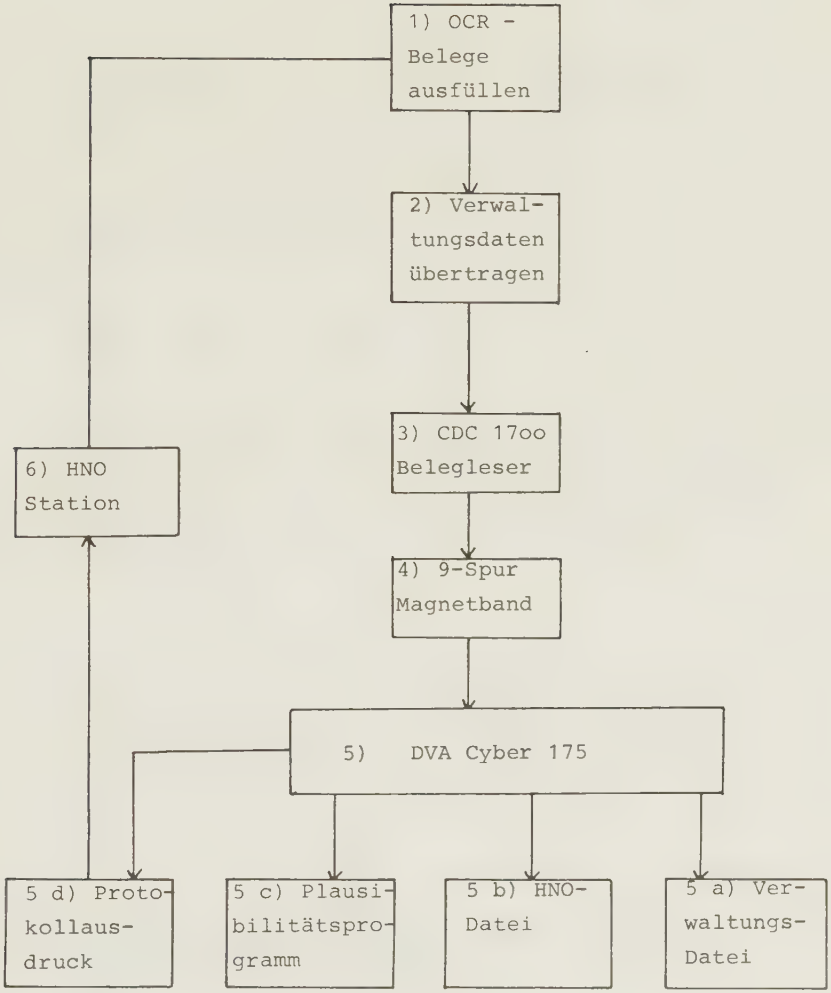

Abb. 1: Dokumentation und EDV der Testergebnisse

Pos. 5 b) Zugriff zur HNO-Datei, in der die Daten der Ton- und Sprachaudiogramme gespeichert werden.

Pos. 5 c) Zugriff zum Plausibilitätsprogramm, das die Belege auf Inhalt (Singularität, unverträgliche und unvollständige Angaben) und Form (Zahl, Markierung) prüft.

Pos. 5 d) Ausdruck eines Protokolls.

Dieses wurde zur HNO-Station weitergeleitet, wo Fehler korrigiert wurden (Pos. 6).

Der begutachtende Arzt erstellte aufgrund sämtlicher Befunde eine Diagnosen- und Gefährdungsdokumentation. Sie enthält Angaben aus der Anamnese, die Ergebnisse der überschwelligen Tests, die vorläufige Diagnose und das Ausmaß der geschätzten MdE.

3. Ergebnisse

Bei den folgenden Ergebnissen handelt es sich jeweils um arithmetische Mittelwerte $\bar{x}$ aus n Einzeldaten und die dazugehörenden Standardabweichungen s. Die Mittelwerte wurden nach der Formel

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

berechnet, wobei x_i den Einzelmeßwert und n die Gesamtzahl der Werte darstellt.

Die Standardabweichung als Ausdruck der Streuung der Einzelwerte wurde nach folgender Formel berechnet:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Entsprechend den technischen Möglichkeiten der verwendeten Audiometer wurden die ton- und sprachaudiometrischen Ergebnisse auf $\pm$ 5 dB, bzw. $\pm$ 5 % bei der Bestimmung des Diskriminationsverlustes angegeben.

3.1 Vergleich zwischen li. und re. Ohr

Bei chronisch Lärmschwerhörigen ist mit einer auffälligen Seitendifferenz des Hörvermögens nicht zu rechnen, da in der Regel beide Ohren gleich beilastet werden. Um eine überwiegende Schädigung eines Ohres bei den Mittelwertbetrachtungen nicht zu übersehen, wurde stichprobenartig bei insgesamt 34o Patienten eine Analyse der jeweiligen Differenzen zwischen li. und re. Ohr durchgeführt. Betrachtet wurden die Merkmale HVz, OI, DV sowie die tonaudiometrischen Hörverlustwerte bei 5oo, 1ooo, 2ooo, 3ooo, 4ooo und 6ooo Hz getrennt für Luft- und Knochenleitung.

Die Ergebnisse zeigt Tab. 2.

Die Tab. 2 zeigt, daß die Differenzen zwischen den Hörverlusten für li. und re. Ohren insgesamt gering sind und sich anscheinend zufällig verteilen. Eine deutliche altersabhängige Änderung der Höhe und der Seitenverteilung der Differenzen ist nicht zu erkennen. Die z.T. hohen Standardabweichungen, besonders in der Altersklasse I, sprechen für eine breite Streuung der Werte. Sie zeigen, daß für einzelne Patienten durchaus größere Unterschiede zwischen den Hörverlusten für das li. und re. Ohr bestehen können. Da jedoch eine überwiegende Schädigung eines Ohres nicht zu erkennen ist, unterscheiden wir bei den folgenden Ergebnissen nicht mehr zwischen li. und re. Ohren. Neben einer Vereinfachung des Rechenablaufs hat dies den Vorteil größerer Besetzungszahlen in den Altersklassen.

unter-suchtes Merkmal	Alters-Gruppe I ($n = 26$) $\bar{x}$	s	Alters-Gruppe II ($n = 119$) $\bar{x}$	s	Alters-gruppe III ($n = 195$) $\bar{x}$	s
HVz	- 1	2o	- 6	1o	+ 1	14
DV	- 2	12	- 3	13	- 2	14
OI	+ 7	26	- 4	15	- 3	13
$5oo_L$	+ 1	23	+ 1	1o	+ 3	15
$1ooo_L$	+ 1	3o	o	11	+ 1	15
$2ooo_L$	+ 5	29	- 3	15	- 4	18
$3ooo_L$	+ 2	29	- 5	17	- 3	15
$4ooo_L$	+ 1	27	- 3	15	- 2	15
$6ooo_L$	- 4	26	+ 1	16	o	15
$5oo_K$	- 1	19	o	12	+ 1	12
$1ooo_K$	- 2	22	- 6	1o	- 1	12
$2ooo_K$	+ 3	17	- 4	15	- 6	14
$3ooo_K$	- 1	21	- 4	16	- 1	14
$4ooo_K$	- 3	19	- 5	11	- 1	14
$6ooo_K$	- 6	17	o	12	- 1	15

Tab. 2: Mittelwert ($\bar{x}$) und Standardabweichung (s) der jeweiligen Differenz zwischen re. Ohr (+) und li. Ohr (-) in dB bzw. %-Werten. (L = Luftleitung, K = Knochenleitung)

3.2 Reintonaudiometrie

3.2.1 Luftleitung

Der tonaudiometrische Luftleitungs-Hörverlust wurde für die Frequenzen 125, 25o, 5oo, 1ooo, 15oo, 2ooo, 3ooo, 4ooo, 6ooo und 8 ooo Hz geprüft.

Tab. 3 zeigt die durchscnittlichen Hörverluste für die drei Altersklassen mit den jeweiligen Standardabweichungen; eine graphische Darstellung der Hörverlustkurven gibt die Abb 5.

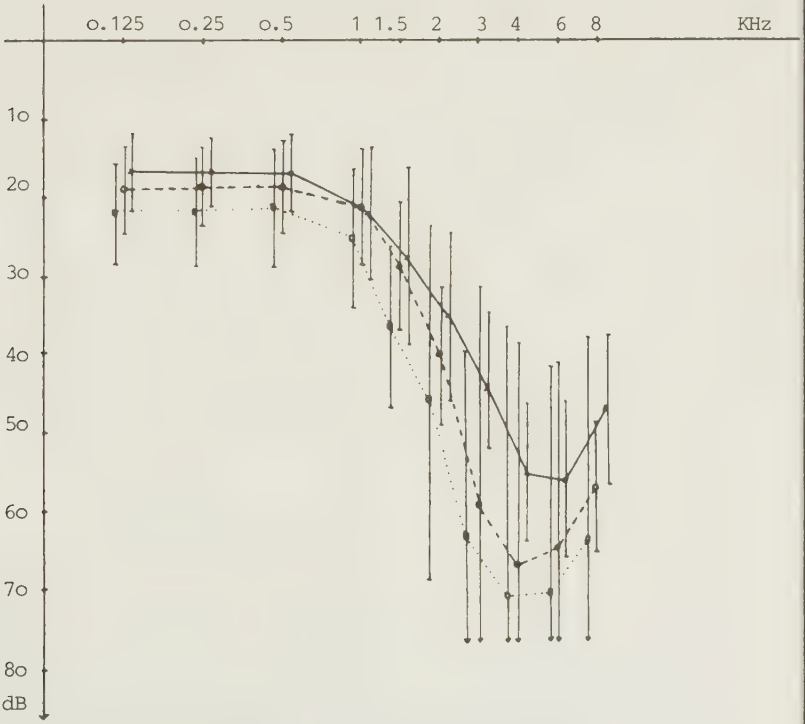

Abb. 5: Durchschnittliche tonaudiometrische Luftleitungshörverluste für die Altersklassen I (———), II (- - - -), III (·····) mit den dazugehörenden Standardabweichungen.

In den tiefen Frequenzen von 125 - 1ooo Hz zeigen die drei Hörverlustkurven einen annähernd waagerechten, parallelen Verlauf. Die Mittelwerte betragen zwischen 17 - 22 dB, die Standardabweichungen sind mit 1o - 15 dB gering. Oberhalb 1ooo Hz findet man eine stetige Zunahme der Hörverluste für alle drei Gruppen, deren Maxima im Bereich von 4 - 6 KHz liegen.

Frequenz	Alters-gruppe I		Alters-gruppe II		Alters-gruppe III	
(KHz)	(n=57)		(n=297)		(n=4o9)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
o.125	17	1o	19	11	22	13
o.25	17	9	19	1o	22	14
o.5	17	1o	19	12	22	15
1	22	17	22	15	26	18
1.5	28	23	29	17	37	21
2	36	22	41	18	47	46
3	45	2o	6o	57	64	47
4	56	18	68	57	71	69
6	57	2o	65	58	71	5o
8	48	19	58	17	63	52

Tab. 3: Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (s) der tonaudiometrischen Luftleitungshörverluste (in dB).

Die durchschnittlichen Hörverluste bei 8 KHz sind jeweils zwischen 7 - 9 dB geringer als bei der 6-KHz-Frequenz. Die Hörverlustmaxima betragen, bei fast gleichen Werten für 4 und 6 KHz, für die Gruppe I durchschnittlich 56 dB, für die Gruppe II 66 dB und 71 dB für die Altersgruppe III.

Zwischen 125 bis 1500 Hz verläuft die Hörverlustkurve der mittleren Altersklasse näher an der Kurve I, verzeichnet dann im Frequenzbereich bis 4000 Hz den relativ steilsten Abfall und liegt in den hohen Frequenzen näher an der Kurve III.

Trotz der erheblichen Hörverluste in den mittleren Frequenzen ist die breite Senken- und Muldenform auch für die Altersgruppe III erkennbar.

Auffällig sind die hohen Standardabweichungen im Frequenzbereich zwischen 2000 und 8000 Hz für die Altersgruppe II und III, die für die Gruppe I nicht nachweisbar sind.

3.2.2 Knochenleitung

Die Messung der Hörverluste für Knochenleitung wurde ebenfalls bei den Frequenzen 125, 250, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000 und 8 000 Hz durchgeführt.

Tab. 4 gibt die Mittelwerte und Standardabweichungen und die Abb. 6 die graphische Darstellung der Hörverlustkurve wieder.

Es ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei der Luftleitung. Bis etwa 1000 Hz verlaufen die Kurven parallel, die Mittelwerte der Hörverluste liegen zwischen 12 - 22 dB, die jeweiligen Standardabweichungen sind

Frequenz (KHz)	Alters-gruppe I (n=57)		Alters-gruppe II (n=297)		Alters-gruppe III (n=4o9)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
o.125	12	5	15	9	19	8
o.25	13	7	15	9	17	9
o.5	13	7	14	1o	17	11
1	19	17	18	13	22	15
1.5	23	24	25	16	33	19
2	31	2o	36	17	4o	17
3	41	21	51	12	54	14
4	48	18	53	11	58	12
6	44	19	49	13	57	15
8	33	19	4o	14	51	18

Tab. 4: Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (s) der tonaudiometrischen Knochenleitungshörverluste (in dB).

mit 5 - 17 dB gering. Ab 15oo Hz steigen die Hörverluste an, um im Bereich von 4 - 6 KHz ein Maximum zu erreichen. Bei 8 KHz sind die durchschnittlichen Hörverluste für alle Gruppen wieder etwa 7 dB geringer als bei der 6-KHz-Frequenz. Die Kurve der Gruppe II verläuft bis etwa 1 KHz näher an Kurve I, zeigt bis

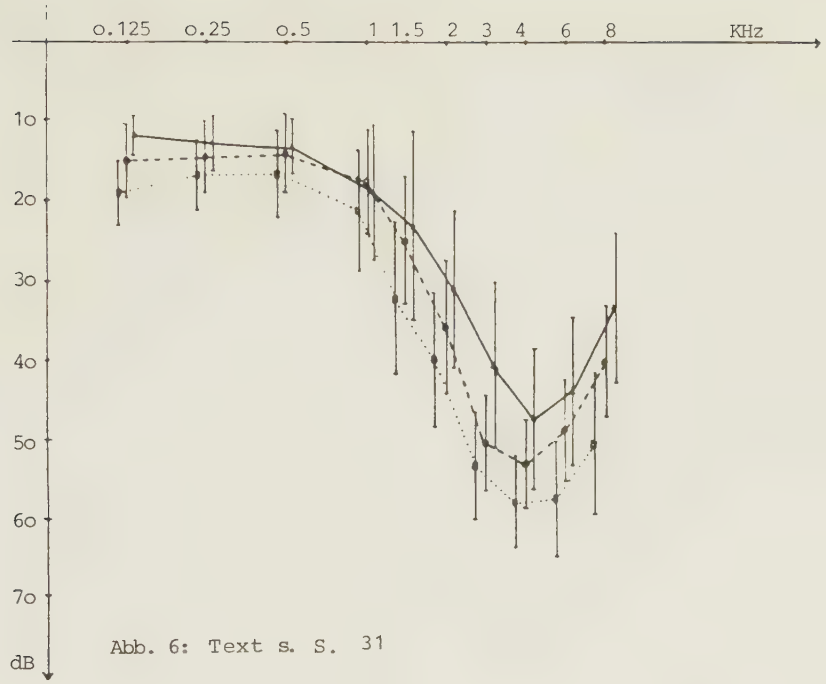

Abb. 6: Text s. S. 31

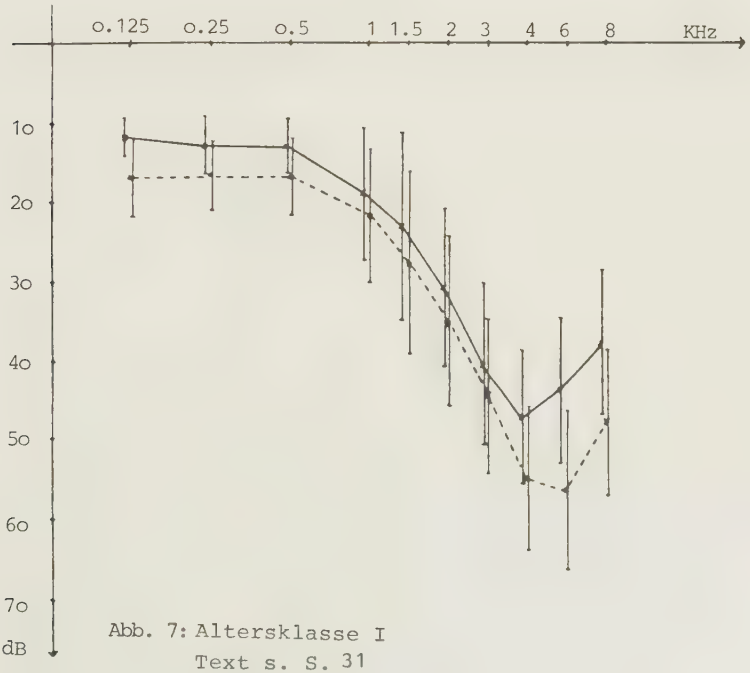

Abb. 7: Altersklasse I
Text s. S. 31

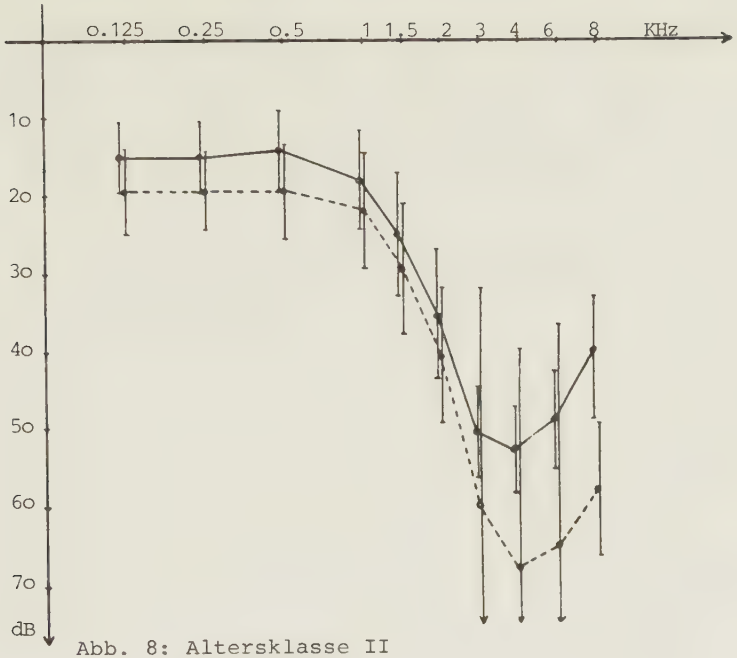

Abb. 8: Altersklasse II
Text s. S. 31

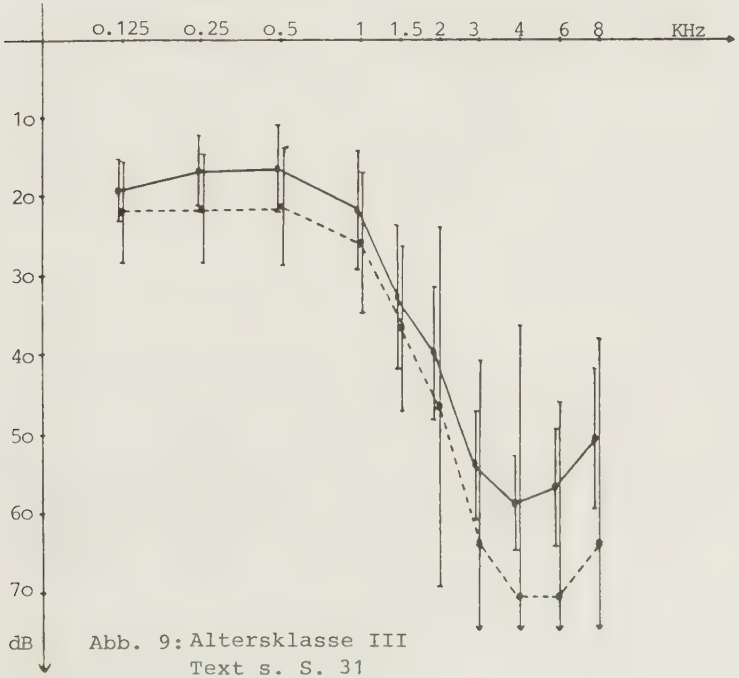

Abb. 9: Altersklasse III
Text s. S. 31

3ooo Hz die relativ stärkste Zunahme der Hörverluste und verläuft dann näher an Kurve III. Die Altersgruppen I und II zeigen eine deutliche Senkenbildung mit einem Tiefpunkt bei 4ooo Hz und Hörverlustmaxima von 47 bzw. 53 dB. In der Gruppe III sind die Hörverluste bei 4 und 6 KHz mit annähernd 58 dB gleich.

Im Gegensatz zu den Luftleitungsergebnissen werden die Standardabweichungen mit zunehmendem Alter kleiner und sind insgesamt geringer.

3.2.3 Vergleich zwischen Luft- und Knochenleitung

Im Frequenzbereich von 125 - 15oo Hz sind die Differenzen zwischen Luft- und Knochenleitungskurven für alle Altersklassen gering (Abb. 7, 8 und 9). Oberhalb von 15oo Hz für die Gruppe III, oberhalb 2ooo Hz für die Gruppe II und oberhalb 3ooo Hz für die Altersklasse I findet man jedoch eine stetige Zunahme der Differenz (Abb. 1o) Bei 8ooo Hz sind die Hörverluste für Knochenleitung in allen drei Altersklassen zwischen 13 - 18 dB geringer als die für Luftleitung. Während in den Altersgruppen I und II bis zu den höchsten gemessenen Frequenzen ein annähernd linearer Anstieg zu finden ist, wird die Differenz bei der Gruppe III oberhalb 6ooo Hz geringfügig kleiner.

3.3 Sprachaudiometrie

3.3.1 Hörverlust für Zahlen (HVz)

Der Hörverlust für Zahlen (HVz) wurde mit Hilfe des Freiburger Sprachverständnistests bestimmt. Er bezeichnet den dB-Wert, um den der Sprachschallpegel gegenüber dem Normalwert von 18,5 dB erhöht werden muß, damit der Proband 5o % der ihm dargebotenen Zahlen richtig versteht.

Abb. 6: Durchschnittliche tonaudiometrische Knochenleitungshörverluste für die Altersklassen I (x——x), II (o- - -o), III (x·····o) mit den dazugehörenden Standardabweichungen.

Abb. 7, 8 und 9: Durchschnittliche tonaudiometrische Hörverluste für die Altersklassen I, II und III mit den dazugehörenden Standardabweichungen. Luftleitung (o- - -o), Knochenleitung (x——x).

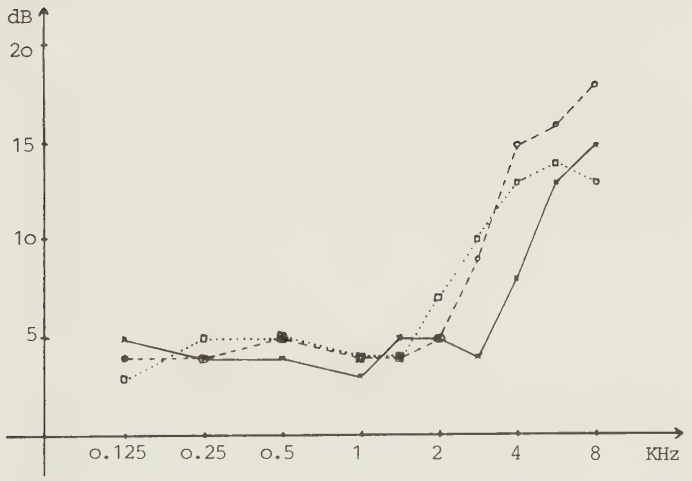

Abb. 1o: Höhe der Luftleitungs-Knochenleitungsdifferenz für die Altersklassen I (x——x), II (o- - -o) und III (x·····o).

Die Tab. 5 zeigt Mittelwerte und Standardabweichungen der jeweiligen HVz-Werte für die drei Altersklassen.

	Altersgruppe I (n=44)		Altersgruppe II (n=269)		Altersgruppe III (n=323)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
HVz	17	11	17	13	22	16

Tab. 5: Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (s) des Hörverlustes für Zahlen (HVz) in dB.

Mit steigendem Alter nahm die Verständlichkeit ab, d. h. es mußte höher verstärkt werden, und zwar um durchschnittlich 17 dB bei den Gruppen I und II und 22 dB bei der Altersgruppe III. Die Standardabweichungen steigen annähernd linear von 11 über 13 auf 16 an.

3.3.2 Optimale Intensität

Die Optimale Intensität (OI) ist definiert als die geringste Verstärkungsstufe, bei der der Patient im Einsilbertest Verständlichkeitswerte von 95 % oder 1oo % erreicht. Die Angabe erfolgt in Dezibel, bezogen auf die normale Hörschwelle. Tab. 6 gibt die Durchschnittswerte und Standardabweichungen für die drei Altersklassen an.

	Alters-klasse I (n=24)		Alters-klasse II (n=93)		Alters-klasse III n=113)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
OI	75	17	84	13	85	14

Tab. 6: Mittelwert und Standardabweichung der Optimalen Intensität (OI) in dB.

Die Tab. 6 zeigt, daß mit steigendem Durchschnittsalter höher verstärkt werden mußte, um eine vollständige Diskrimination zu erzielen. Die Unterschiede zwischen den Altersgruppen II und III sind jedoch gering. Die Streuungen sind insgesamt klein und in allen drei Altersklassen annähernd gleich.

3.3.3 Diskriminationsverlust

Der Diskriminationsverlust (DV) wurde ebenfalls mit der Einsilberprüfung des Freiburger Sprachverständnistests bestimmt. In Prozentwerten gibt er an, wieviele Wörter bei der für den Untersuchten günstigsten Verstärkung nicht verstanden werden. Der Begriff Diskrimination bezeichnet dagegen den Prozentsatz der bei der jeweiligen Verstärkung verstandenen Wörter. Diskriminationswerte von 95 % wurden als volle Diskrimination gewertet.

Tab. 7 zeigt,getrennt für die drei Altersgruppen,die Zahl der Untersuchten ohne Diskriminationsverlust (DV), mit Diskriminationsverlust und zusätzlichem regressiven Kurvenverlauf sowie die durchschnittliche Höhe und Standardabweichung des DV.

	Alters-klasse I (n=49)	Alters-klasse II (n=338)	Alters-klasse III (n=474)
mit DV	7 = 14 %	77 = 23 %	165 = 35 %
regr. Verl.	3 = 43 %	39 = 51 %	67 = 41 %
ohne DV	42 = 86 %	261 = 77 %	3o9 = 65 %
Höhe des DV	$\bar{x}$ s	$\bar{x}$ s	$\bar{x}$ s
	17 8	17 11	24 16

Tab. 7: Anzahl der Patienten mit bzw. ohne Diskriminationsverlust (DV), Anzahl der zusätzlich regressiven Kurvenverläufe sowie durchschnittliche Höhe ($\bar{x}$) und Standardabweichung (s) des Diskriminationsverlustes in Prozent-Werten.

Tabelle 7 zeigt, daß die Zahl der Untersuchten mit Diskriminationsverlust bezogen auf die drei Altersklassen stetig ansteigt. Die durchschnittliche Höhe des DV ist für die Gruppen I und II mit 17 % gleich hoch, für die Gruppe III beträgt er 24 %, wobei die Standardabweichungen mit zunehmendem Alter größer werden. Der Prozentsatz der Untersuchten mit DV und abnehmender Verständlichkeit bei weiterer Verstärkung - sog. regressiver Kurvenverlauf - ist in allen Gruppen annähernd gleich hoch.

3.3.4 Diskriminationsvermögen unterhalb der Optimalen Intensität (OI)

Mit dieser Abfrage wurde versucht, für die Untersuchten, die im Einsilbertest keinen Diskriminationsverlust aufwiesen (s. Abs. 3.3.3), neben der Bestimmung der Optimalen Intensität (OI) zusätzliche Information über das Diskriminationsvermögen zu erhalten. Betrachtet wurde die jeweilige Diskrimination im Verstärkungsbereich von 46 - 95 dB, der in fünf Teilbereiche zu 1o dB gegliedert wurde. Tab. 8 veranschaulicht Mittelwerte und Standardabweichungen für die drei Altersklassen.

Intensität in dB	Altersklasse I (n=42)		Altersklasse II (n=261)		Altersklasse III (n=3o9)	
	$\bar{x}$	2	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
46-55	85	18	61	3o	48	14
56-65	74	24	65	21	61	23
66-75	81	14	83	14	83	16
76-85	94	6	88	12	87	14
86-95	91	11	91	1o	89	9

Tab. 8: Durchschnittliches Diskriminationsvermögen ($\bar{x}$) und Standardabweichung (s) im Intensitätsbereich von 46 - 95 dB in Prozent-Werten.

Die Altersklassen II und III zeigen eine stetige Zunahme des Diskriminationsvermögens mit ansteigender Intensität. Die Standardabweichungen sind in den beiden Altersgruppen jeweils annähernd gleich hoch und nehmen mit zunehmender Verstärkung ab. Die Altersgruppe

I zeigt dieses einheitliche Bild nur im mittleren Bereich, wohl aufgrund sehr kleiner Besetzungszahlen in den Bereichen 46 - 55 dB und 86 - 95 dB.

4. Diskussion der Ergebnisse

Der vorliegenden Arbeit liegen die anamnestischen und audiometrischen Daten eines Patientenkollektivs zugrunde, das unter gleichen methodischen, apparativen und personellen Bedingungen untersucht wurde. Es handelt sich ausschließlich um Patienten, bei denen ein ärztliches Gutachten zur Frage einer durch chronische Lärmeinwirkung bedingten Schwerhörigkeit erstellt wurde.

Unter Berücksichtigung aller Gesichtspunkte, wozu auch die berufliche Lärmanamnese, die otoskopischen Befunde und die in der vorliegenden Arbeit nicht untersuchten Ergebnisse der überschwelligen Tests gehören, wurde in allen ausgewerteten Fällen die Diagnose Lärmschwerhörigkeit gestellt. Die ton- und sprachaudiometrischen Ergebnisse wurden so dokumentiert, daß eine Auswertung durch eine Datenverarbeitungsanlage möglich war. Die Verschlüsselung erfolgte in 5 dB bzw. 5 %-Schritten und entsprach daher den Abstufungen der bei diesen Untersuchungen benutzten Audiometer.

Nachdem alle Untersuchungsbelege ausgesondert waren, die bezüglich der Form oder des Inhalts Mängel aufwiesen, wurden die verbleibenden Daten entsprechend dem Alter der Patienten in drei Gruppen aufgeteilt.

Die ton- und sprachaudiometrischen Untersuchungsbefunde wurden einer Mittelwertbetrachtung unterzogen und mit den allgemein gültigen Kriterien der Lärmschwerhörigkeit verglichen.

4.1 Reintonaudiometrie

Aus den tonaudiometrischen Meßwerten für Luft- und Knochenleitung bestätigt sich, daß chronische Lärmeinwirkung zu einer umschriebenen Hochtonsenke im Tonschwellenaudiogramm führt (Abb. 5 und 6).

Mit steigendem Durchschnittsalter und damit in der Regel ebenfalls ansteigender Lärmexpositionsdauer werden die Senken tiefer und breiter. Übereinstimmend für alle drei Altersklassen liegen die Hörverlustmaxima im 4 bis 6 KHz-Bereich.

Ein eindeutiger Senkenfußpunkt bei 4 KHz oder 6 KHz ist zumindest bei den Luftleitungsergebnissen mit annähernd gleichen Durchschnittswerten für beide Frequenzen nicht zu erkennen. Die Ursache dürfte in der Inhomogenität der Berufszusammensetzung des Patientenkollektivs (Tab. 2) mit den daraus resultierenden unterschiedlichen Frequenzspektren des einwirkenden Lärms liegen.

Die ermittelten durchschnittlichen Maximalhörverluste für Luftleitung von 5o bis 7o dB für die drei Altersklassen entsprechen denen der Untersuchung von PLATH (1971). Im Gegensatz zu seinen Ergebnissen werden aber die Standardabweichungen mit steigendem Alter größer, so daß hieraus das Erreichen eines Grenzwertes oder einer Sättigung der Hörschädigung nicht abgeleitet werden kann.

In allen drei Altersklassen fand sich bei der 8 KHz-Frequenz ein deutlich besseres Hörvermögen als im 4 bis 6 KHz-Bereich. In Übereinstimmung mit PARTSCH und HUELSE (1974) meinen wir, daß dieses Wiederansteigen der Hörverlustkurve einen diagnostischen Hinweis zur

Abgrenzung der chronischen Lärmschwerhörigkeit von der Presbyakusis geben kann, bei der sich ein zunehmender Hörverlust auch in den höchsten Frequenzen findet.

Im Frequenzbereich von 125 bis 1ooo Hz unterscheiden sich die Durchschnittshörverluste aller drei Altersklassen nur wenig und sind insgesamt gering. Es scheint im Tieftonbereich bis 1ooo Hz frühzeitig zu einer begrenzten Schädigung zu kommen, die mit zunehmendem Alter und steigender Lärmexpositionsdauer nur noch gering fortschreitet. Im Gegensatz zu der Auffassung von BRUENDEL und HARTUNG (1978) ist daher bei chronisch Lärmschwerhörigen auch in höherem Alter in der Regel nicht mit größeren Hörverlusten im Tieftonbereich zu rechnen. Die Ergebnisse von WELLESCHIK und RABER (1978) bestätigen dies.

Ein Vergleich der Hörverlustkurven für Luft- und Knochenleitung zeigt im Frequenzbereich von 125 bis 15oo Hz einen fast deckungsgleichen Verlauf. In den höheren Frequenzen findet man jedoch für alle drei Altersklassen ein deutliches Auseinanderweichen von Luft- und Knochenleitung im Sinne einer Schalleitungskomponente (s. Abb. 7, 8 u. 9).

Dieser dem Bild der Lärmschwerhörigkeit als reinem Innenohrschaden widersprechende Befund wurde als sog. air-bone-gap erstmals von NIXON, GLORIG und HIGH (1962) beschrieben, die als Ursache altersbedingte Veränderungen der bindegewebigen Anteile des Schalleitungsapparates ansahen. PLATH (197o und 1971) bestätigt in seinen Untersuchungen über das Gehör Lärmschwerhöriger diese signifikante Differenz zwischen den Tonschwellenkurven. Im Gegensatz zu NIXON, GLORIG und HIGH fand er jedoch gute Korrelationen zum Ausmaß der Lärmbelastung

und betrachtet die Luft-/Knochenleitungsdifferenz als ein diagnostisches Kriterium, das für eine Lärmschwerhörigkeit spricht. WAGEMANN (1967) und DIEROFF (1975) beobachteten diese Differenz ebenfalls vereinzelt, leiten daraus jedoch keine Gesetzmäßigkeit ab.

Bei unserem Untersuchungsgut ist die Höhe der Differenz zwischen den Tonschwellenkurven in allen Altersklassen annähernd gleich (s. Abb. 1o), so daß zumindest aus der Höhe der Differenz keine Altersabhängigkeit erkennbar ist. Auffällig ist aber, daß der Beginn der stärkeren Zunahme der Differenz mit ansteigendem Durchschnittsalter zu den tieferen Frequenzen verschoben wird. So zeigt sich ein deutliches Auseinanderweichen der Tonschwellenkurven für die Altersgruppe I oberhalb 3 KHz, für die Gruppe II oberhalb 2 KHz und für die Altersgruppe III oberhalb 1.5 KHz. Da bei Untersuchten mit einem Durchschnittsalter von 35 Jahren (Altersgruppe I) mit ausgeprägten Altersveränderungen nicht zu rechnen ist, kann die beobachtete Schalleitungsstörung durchaus lärmbedingt sein. Eine Erklärungsmöglichkeit bietet die von PLATH (1971), HUELSE und PARTSCH (1975) sowie BRUENDEL und HARTUNG (1978) beschriebene Beobachtung, daß Lärmarbeiter einen typischen weißlich-matten, derben Trommelfellbefund mit fehlendem Lichtreflex zeigen.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse erscheint es jedenfalls nicht zulässig, eine Lärmschwerhörigkeit bei sonst typischen Befunden auszuschließen, weil in den höheren Frequenzen eine deutliche Schalleitungskomponente nachweisbar ist.

4.2 Sprachaudiometrie

In Übereinstimmung mit der Untersuchung von PLATH (1971) fanden wir bei chronisch Lärmschwerhörigen auch in höherem Alter ein gut erhaltenes Zahlenverständnis (Tab. 5). Bei durchschnittlich gleichen Werten für die erste und zweite Altersgruppe scheint eine deutliche Altersabhängigkeit nicht zu bestehen.

Nach PLATH (1971) und LEHNHARDT (1978) bestehen zwischen den tonaudiometrischen Hörverlusten bei 5oo und 1ooo Hz und dem Hörverlust für Zahlen (HVz) gute Korrelationen, so daß das Zahlenverständnis mit Einschränkungen aus dem Tonschwellenaudiogramm ableitbar ist. Die bei dieser Untersuchung gefundenen durchschnittlichen Hörverluste für Zahlen zwischen 17 und 22 dB in den drei Altersklassen stimmen mit den tonaudiometrischen Werten im Frequenzbereich bis 1ooo Hz gut überein und scheinen die Auffassung von LEHNHARDT zu bestätigen. Die aufwendige Bestimmung des HVz ergibt daher bei der chronischen Lärmschwerhörigkeit keine zusätzliche differentialdiagnostische Information, ist jedoch zur Ermittlung des prozentualen Hörverlustes nach der Tabelle von ROESER und BOENNINGHAUS (1973) erforderlich.

Neben der Messung des Hörverlustes für Zahlen bildet die Bestimmung des Diskriminationsvermögens für Einsilber die Grundlage einer quantitativen Bewertung der Schwerhörigkeit. Die Berechnung eines durchschnittlichen Gesamtwortverstehens für die drei Altersklassen war bei dieser Untersuchung nicht möglich, da dieser Wert im allgemeinen durch Interpolation und Addition aus vorhandenen Punkten der Diskriminationskurve bestimmt wird. Dieser Schritt war in der EDV-Anlage nicht programmierbar.

Die Auswertung der Sprachverständniskurven zeigte, daß bereits bei der jüngsten Altersgruppe eine Einschränkung der Sprachverständlichkeit vorliegt, die sich zumindest in einer Erhöhung der Optimalen Intensität darstellt. Diese betrug in Abhängigkeit vom Alter 75 bis 85 dB und lag damit um 1o bis 2o dB über der Optimalen Intensität Normalhörender. Die von uns errechneten Werte entsprechen denen von SCHWETZ (1973), sind aber deutlich höher als die in der Untersuchung von PLATH (1971), der für vergleichbare Altersklassen Intensitäten von 6o bis 77 dB fand. Der Lärmschwerhörige erreicht das volle Einsilberverständnis daher in der Regel erst bei Schallstärken, die oberhalb der Intensität lauter Umgangssprache liegen. Die Zahl der Untersuchten, die trotz ausreichender Verstärkung keine volle Diskrimination im Einsilbertest erzielte, nahm mit steigendem Durchschnittsalter annähernd linear zu, so daß in der Altersgruppe III jeder dritte Untersuchte einen Diskriminationsverlust aufwies. Die durchschnittliche Höhe des Diskriminationsverlustes ist für die beiden jüngeren Altersgruppen gleich und deutlich geringer als bei der Gruppe der über 5ojährigen, was den Werten für den Hörverlust für Zahlen entspricht.

Eine direkte Abhängigkeit der sprachaudiometrischen Daten von den tonaudiometrischen Hörverlusten im mittleren Frequenzbereich, die mit ansteigendem Durchschnittsalter stetig zunehmen, ist nicht erkennbar. Für das relativ bessere Diskriminationsvermögen der jüngeren Patienten scheinen zentrale Kompensationsmechanismen verantwortlich zu sein, die im Alter weniger effektiv sind.

Bei annähernd jedem zweiten Patienten mit unvollständiger Diskrimination fand sich ein regressiver Kurvenverlauf. Die Ursache dürfte nach DIEROFF (1975) in

der erniedrigten Unbehaglichkeitsschwelle bei Innenohrschädigungen mit Recruitment liegen. Demgegenüber sieht LEHNHARDT (1978) hauptsächlich mangelnde Sprachaudiometerqualität als Ursache regressiver Verläufe an. Er schließt jedoch nicht aus, daß analoge Verzerrungseffekte wie in der elektronischen Anlage auch im Innenohr auftreten können, wobei diese nur von bestimmten Schwerhörigkeitsformen nicht kompensiert werden können. Aufgrund der bei diesem Kollektiv in allen Altersgruppen beobachteten Häufigkeit werten wir das Vorliegen eines regressiven Kurvenverlaufs als zusätzlichen topographischen Hinweis auf eine Innenohrschwerhörigkeit.

Um das Sprachverständnis im Lautstärkenbereich normaler Umgangssprache beurteilen zu können, bestimmten wir für die drei Altersklassen das jeweilige Diskriminationsvermögen im "suboptimalen" Bereich von 46 bis 95 dB (Tab. 9). Die Steilheit der Verständlichkeitskurven bis zum Erreichen der vollen Diskrimination im Bereich der Optimalen Intensität nimmt mit zunehmendem Alter ab. Im Lautstärkebereich von 56 bis 75 dB beträgt das durchschnittliche Diskriminationsvermögen zwischen 6o und 8o Prozent. Nach den von LEHNHARDT (1978) zitierten Arbeiten GUETTNERS reicht ein 6o-prozentiges Einsilberverständnis bei 65 dB aus, um einem mit normaler Lautstärke geführten Gespräch zu folgen. Die von uns errechneten Daten zeigen, daß selbst die Altersgruppe III im Bereich von 65 dB höhere Diskriminationswerte erreicht. Trotzdem ist die Tatsache bekannt, daß Lärmschwerhörige bei einem mit normaler Lautstärke geführten Gespräch in üblicher Umgebung oft wenig verstehen. In einem normal geräuscherfüllten Raum herrscht - im Gegensatz zu einer Audiometriekabine - ein Störpegel von 4o bis 5o dB (NIEMEYER, 1977). Dieses zusätzliche Geräusch führt nach PLATH (1971) beim Lärm-

schwerhörigen zu einer weiteren Einschränkung der sowieso schon schlecht gehörten hohen Frequenzen. Es erscheint daher fraglich, ob die bisher in der Begutachtung durchgeführte Einsilber-Diskriminationsprüfung ohne Simulation der sonst immer vorhandenen Umweltgeräusche eine realitätsbezogene Aussage über das tatsächliche "Soziale Gehör" zuläßt.

5. Zusammenfassung

Mit Hilfe einer EDV-Anlage wurden die neuartig dokumentierten ton- und sprachaudiometrischen Daten eines Patientenkollektivs untersucht, bei dem in den Jahren 1976 bis 1978 an der Abteilung für HNO-Krankheiten des Klinikums Aachen anhand eines Gutachtens eine chronische Lärmschwerhörigkeit festgestellt worden war.

Die in drei Altersklassen unterteilten Ergebnisse bestätigen, daß chronische Lärmeinwirkung im Tonschwellenaudiogramm zu einer Hochtonsenke im 4-6 KHz-Bereich mit durchschnittlichen Maximalhörverlusten bis 7o dB führt. Im Tieftonbereich kommt es zu einer frühzeitigen begrenzten Schädigung, die mit zunehmendem Alter nur noch gering fortschreitet. Das Hörvermögen bei 8ooo Hz ist jeweils deutlich besser als im 4-6 KHz-Bereich. Das Wiederansteigen der Hörverlustkurve bei der Lärmschwerhörigkeit kann als Kriterium zur Abgrenzung von der Presbyakusis gewertet werden.

Dem Bild der Lärmschwerhörigkeit als Innenohrschaden widersprechend, findet sich auch bei der jüngsten Altersgruppe im Hochtonbereich eine Schalleitungskomponente, deren maximale Höhe in allen drei Gruppen annähernd gleich ist. Diese Luft-Knochenleitungs-Differenz beginnt bei der jüngsten Altersgruppe oberhalb 3ooo Hz und verschiebt sich mit steigendem Durchschnittsalter zu tieferen Frequenzen.

Bei den sprachaudiometrischen Untersuchungen findet sich ein gut erhaltenes Zahlenverständnis. Der Hörverlust für Zahlen scheint nicht altersabhängig zu sein und entspricht den durchschnittlichen Hörverlusten im Tieftonbereich.

Beim Einsilbertest nahm die Zahl der Untersuchten, die einen Diskriminationsverlust aufwiesen, mit dem Alter annähernd linear zu; die Höhe des DV war insgesamt gering und nicht altersabhängig. Bei fast jedem zweiten Untersuchten fand sich ein regressiver Kurvenverlauf. Die Optimale Intensität lag um durchschnittlich 1o - 2o dB höher als bei Normalhörenden. Die im Bereich normaler Umgangssprachen-Lautstärke gemessenen guten Verständlichkeitswerte - auch für die höchste Altersgruppe - widersprechen der oft geklagten Einschränkung des sozialen Gehörs der Lärmschwerhörigen. Es ist daher fraglich, ob der ohne Störgeräusche durchgeführte Einsilbertest eine realitätsbezogene Einschätzung der Hörminderung ermöglicht.

6. Literatur

BERG, M.: Lärmschäden des Ohres. Fortbildungsseminar Erlangen, November 1978. Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1980, S. 10 - 23

BERNERT, H.: Die überschwelligen audiometrischen Kriterien der Lärmschwerhörigkeit. Kurzfassung über das Ergebnis eines Forschungsvorhabens. Nordwestliche Eisen- und Stahl-BG (1973) Nr. 6, S. 221-222.

BERNHARDT, H. und JEITER, W.: Unfallverhütungsvorschrift "Lärm". Erläuterungen und Durchführungsregeln. Berlin, Schmidt, 1975.

BÖHME, G.: Hochtonaudiometrie. HNO 26: 312 - 315 (1978)

BOENNINGHAUS, H.-G. u. RÖSER, D.: Neue Tabellen zur Bestimmung des prozentualen Hörverlusts für das Sprachgehör. Z. Laryng. Rhinol. 52: 153 (1973)

BOLM, U. u. BRÜNDEL, K.-H.: Ausmaß und Häufigkeit der Lärmschwerhörigkeit bei Bergleuten in Abhängigkeit von Höhe und Dauer der Lärmexposition. HNO 27: 351 - 354 (1979).

BRÜNDEL, K.-H. u. HARTUNG, G.: Über die Hörkurvenverläufe von Bergleuten der Grube Anna. HNO 26: 174 - 179 (1978)

BRUSIS, T.: Gutachtliche Probleme beim Zusammentreffen von Lärmschwerhörigkeit und Hörstörungen anderer Genese unter besonderer Berücksichtigung der Altersschwerhörigkeit. Z. Laryng.Rhinol. 52: 915 - 929 (1973)

BRUSIS, T.: Fehler bei der Begutachtung der Lärmschwerhörigkeit. Z. Laryng. Rhinol. 57: 331 - 345 (1978).

DIEROFF, H.-G.: Lärmschwerhörigkeit. Leitfaden der Lärmhörschadenverhütung in der Industrie. München, Urban & Schwarzenberg, 19 - 14o (1975)

Empfehlungen des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften für die Begutachtung der beruflichen Lärmschwerhörigkeit. Königsteiner Merkblatt. Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. Bonn, Juli 1977

FELDMANN, H.: Richtwerte der deutschen Gesellschaft für HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie für die Bewertung von Hörschäden. Vortrag vor der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Audiologen, Freiburg 1974

FELDMANN, H.: Das Gutachten des Hals- Nasen- Ohren-Arztes. Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 58 - 135 (1976)

GOLEMANOV, W.: Untersuchungen der presbyakusischen Gehörveränderungen. Geriatrische Aspekte in der HNO-Heilkunde. Leipzig, VEB Georg Thieme, 1976

HAHLBROCK, H.-H.: Sprachaudiometrie. 2. Auflage, Stuttgart, Thieme, 52 - 94, 197o

IRION, H. u. LEGLER, U.: Audiologische Untersuchungen an Lärmarbeitern zur Progredienz der Lärmschwerhörigkeit. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung Dortmund, Forschungsbericht Nr. 134, Dortmund 1975

KOSSOWSKI, S.: Die Bedeutung einer rechtzeitigen Diagnose der Altersschwerhörigkeit für die Prophylaxe und Behandlung. Geriatrische Aspekte in der HNO-Heilkunde. Leipzig, VEB Georg Thieme, 249 - 253, 1976

LEHNHARDT, E.: Die Berufsschäden des Ohres. Hauptreferat 36. Tagung der Deutschen Gesellschaft der HNO-Ärzte 1965 in Hamburg. Sonderdruck 1965

LEHNHARDT, E.: Die Lärmschwerhörigkeit - Klinisches Referat. Z. Laryng. Rhinol. 51: 221 (1972)

LEHNHARDT, E.: Praktische Audiometrie. Stuttgart, Georg Thieme, 1o6 - 122, 1978

MANN, W. u. BECK, Ch.: Ein Beitrag zur Altersschwerhörigkeit. Z. Laryng. Rhinol. 57: 352 - 358 (1978)

NIEMEYER, W.: Zur sog. Alterskorrektur chronischer Hörverluste. Arch. klin. exp. Ohr.-, Nas.- u. Kehlk.-Heilk. 2o2: 5o1 (1972)

NIEMEYER, W.: Erkrankungen von Ohren, Nase und Hals. In: Medizinische Begutachtung. Hrsg. H.H. Marx, 3. Aufl., Stuttgart, Thieme, 1977, 362 - 383

NIXON, H.C., GLORIG, A. u. HIGH, W.W.: Changes in air and bone conduction thresholds as a function of age. J. Laryng. (London) 76: 288 - 298 (1962)

OEKEN, F.-W.: HNO-Begutachtung. Leipzig, VEB Georg Thieme, 1971, 56 - 69

PARTSCH, E.J. u. HÜLSE, M.: Audiologie und Phoniatrie, Beurteilung von Arbeitslärm am Arbeitsplatz hinsichtlich Gehörschäden. Beitrag zu den Überwachungsuntersuchungen nach VDI 2o58, Blatt 2. HNO 22: 287 - 293 (1974)

PLATH, P.: Ton- und sprachaudiometrische Befunde bei Patienten mit Lärmschwerhörigkeit. HNO (Berlin) 18: 257 (197o)

PLATH, P.: Das Ton- und Sprachgehör bei Lärmschäden des Ohres. Stuttgart, Schattauer, 1971

PLATH, P.: Nachweis einer Luftleitungs-Knochenleitungsdifferenz in den höheren Frequenzen bei chronischer Lärmschwerhörigkeit. Arch. klin. exp. Ohr.- Nas.- u. Kehlk. Heilk. 2o3: 172 - 178 (1972)

PLATH, P.: Die gutachtliche Beurteilung der Lärmschwerhörigkeit als Berufskrankheit nach Ziffer 26 der 7. Berufskrankheitsverordnung. HNO 22: 372 - 377 (1974)

PLATH, P.: Die gutachtliche Beurteilung der Lärmschwerhörigkeit bei gleichzeitigem Vorliegen anderer Gehörerkrankungen. Z. Laryng. Rhinol. 57: 1o58 - 1o65 (1978)

RÖSER, D.: Sprachgehör und Tonaudiogramm. Z. Laryng. Rhinol. 42: 851 - 862 (1963)

SCHWETZ, F.: Sind Hörkontrollen während der gesamten Lärmarbeit notwendig? Mschr. Ohrenheilk. Laryng. u. Rhinol. 1o6: 344 (1972)

SCHWETZ, F.: Zur Beurteilung der Lärmschwerhörigkeit. Hefte z. Unfallheilk. 114: 197 (1973)

SCHWETZ, F.: Die 1.5 KHz-Hörschwelle als Gradmesser der Lärmschwerhörigkeit. Z. Laryng. Rhinol. 57: 1o52 - 1o58 (1978)

TYMNIK, G., KESSLER, L. u. TRAUTMANN, M.: Das Verhältnis von Ton- und Sprachgehör im Alter. Geriatrische Aspekte in der HNO-Heilkunde. Leipzig, VEB Georg Thieme, 1976, 124 - 128

Unfallverhütungsvorschrift "Lärm" 1974 (VBG 121)

WAGEMANN, W.: Spätverlauf der Lärmschwerhörigkeit. Mschr. Unfallheilk. 69: 23 - 37 (1966)

WARD, W.D. u. WATSON, Z.E.: Bilateral asymmetric in noise induced hearing loss. Ann. Otol. (St. Louis) 74: 1o4o - 1o42 (1967)

WELLESCHIK, B. u. RABER, A.: Einfluß von Expositionszeit und Alter auf den lärmbedingten Hörverlust. Z. Laryng. Rhinol. 57: 1o37 - 1o48 (1978)

WELLESCHIK, B.: Lärmschwerhörigkeit und SISI-Test. Zur Begutachtung der Lärmschwerhörigkeit. Z. Laryng. Rhinol. 57: 328 - 331 (1978)

WITTGENS, H. u. KISSNER, E.: Zum Problem der höhergradigen Schwerhörigkeit durch Lärm. Z. Laryng. Rhinol. 55: 374 - 382 (1976)

WITTGENS, H.: Fortschritte in der Begutachtung der Lärmschwerhörigkeit. Z. Laryng. Rhinol. 57: 345 - 351 (1978)

Herrn Professor Dr. H. Hildmann danke ich für die freundliche Überlassung des Themas und für seine Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit.

Ebenso gilt mein Dank Herrn Dr. rer. nat. P. Röbruck und Herrn Dipl.-Ing. H. Driessen von der Abteilung Medizinische Statistik der RWTH Aachen für ihre große Hilfe bei der Datenverarbeitung und der statistischen Auswertung der Untersuchungsergebnisse.

Lebenslauf

Ich, Ulrich Walenz, wurde am 3. September 1951 als zweiter Sohn des Kinderfacharztes Dr. med. Helmut Walenz und seiner Ehefrau Erika-Renate, geborene Humbsch, in Cloppenburg geboren. Nach vierjähriger Volksschulzeit kam ich an das neusprachlich-naturwissenschaftliche Gymnasium Varel, wo ich am 2o. Mai 197o die Reifeprüfung ablegte. Anschließend war ich zwei Jahre Soldat der Bundesmarine. Nach drei Semestern Haushalts- und Ernährungswissenschaften an der Universität Giessen wurde mir im Oktober 1974 ein Medizinstudienplatz an der RWTH Aachen zugeteilt. Die Ärztliche Vorprüfung bestand ich im August 1976, den ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung im August 1977 und den zweiten Abschnitt im August 1979, jeweils in Aachen. Zur Ableistung des Praktischen Jahres wechselte ich an das Evangelische Krankenhaus Oldenburg - akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Göttingen. Nach Bestehen beider Teile des dritten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung am 7. und 14. Oktober 198o erhielt ich am 27. Oktober 198o meine Approbation als Arzt. Seitdem arbeite ich als Assistenzarzt an der Chirurgischen Abteilung der Städtischen Kliniken in Oldenburg.